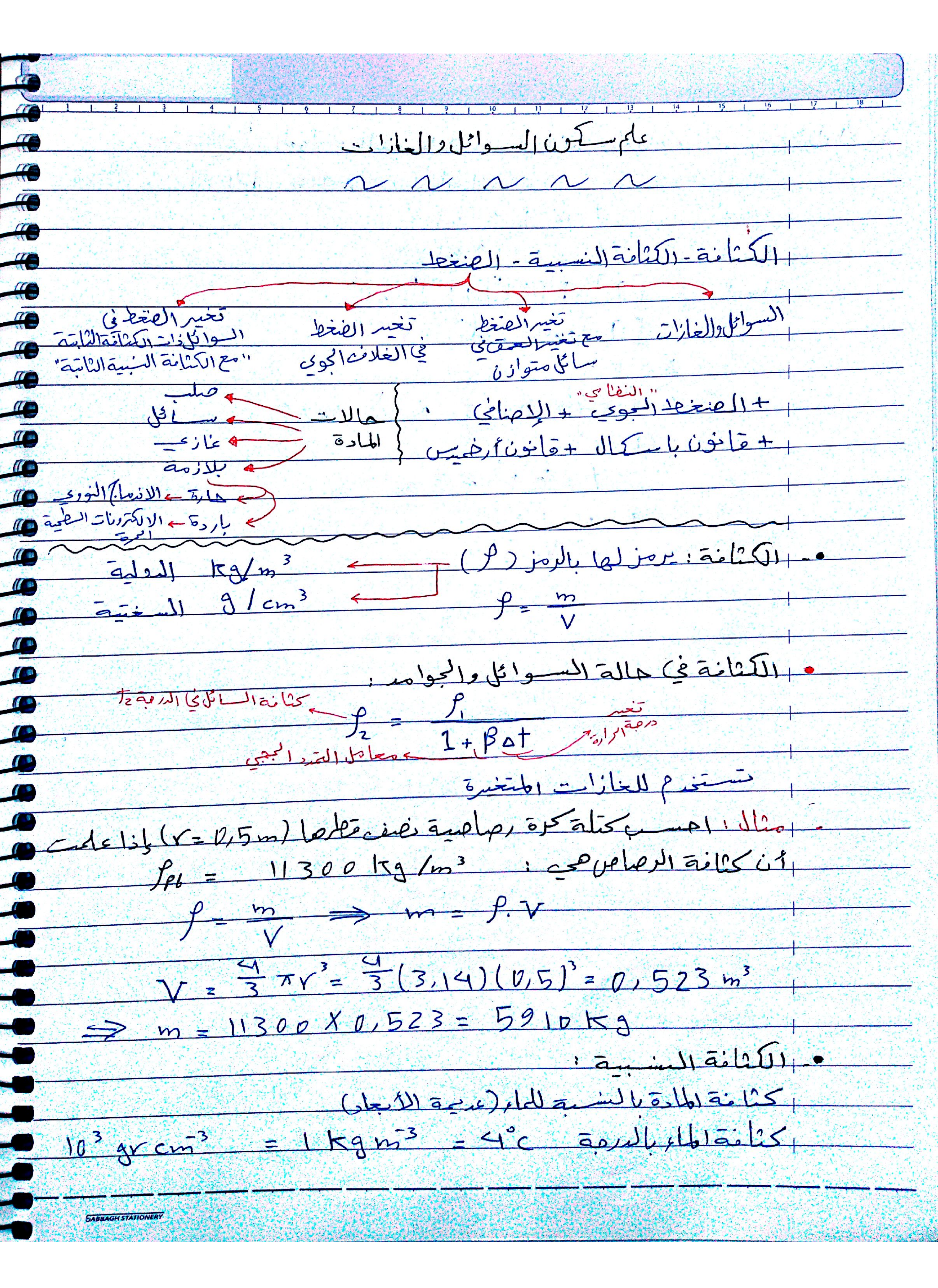


علم سكون السوائل والغازات

الكثافة - الكثافة النسبية - الضغط

- السوائل والغازات
- تغير الضغط مع تغير العمق في سائل متوازن
- تغير الضغط في الغلاف الجوي
- تغير الضغط في السوائل ذات الكثافة الثابتة "مع الكثافة النسبية الثابتة"

+ الضغط الجوي "النظامي" + الإضافي
+ قانون باسكال + قانون أرخميدس

حالات المادة:
- صلب
- سائل
- غازي
- بلازمة
  - حارة ← الاندماج النووي
  - باردة ← الالكترونات الطليقة الحرة

• الكثافة: يرمز لها بالرمز (ρ)

- الدولية kg/m^3
- السغثية g/cm^3

$$\rho = \frac{m}{V}$$

• الكثافة في حالة السوائل والجوامد:

$$\rho_2 = \frac{\rho_1}{1+\beta\Delta t}$$

- ρ_2 ← كثافة السائل في الدرجة t_2
- β ← معامل التمدد الحجمي
- Δt ← تغير درجة الحرارة

تستخدم للغازات المتغيرة

مثال: احسب كتلة كرة رصاصية نصف قطرها ($r = 0,5\,m$) إذا علمت أن كثافة الرصاص هي: $\rho_{Pb} = 11300\ kg/m^3$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho . V$$

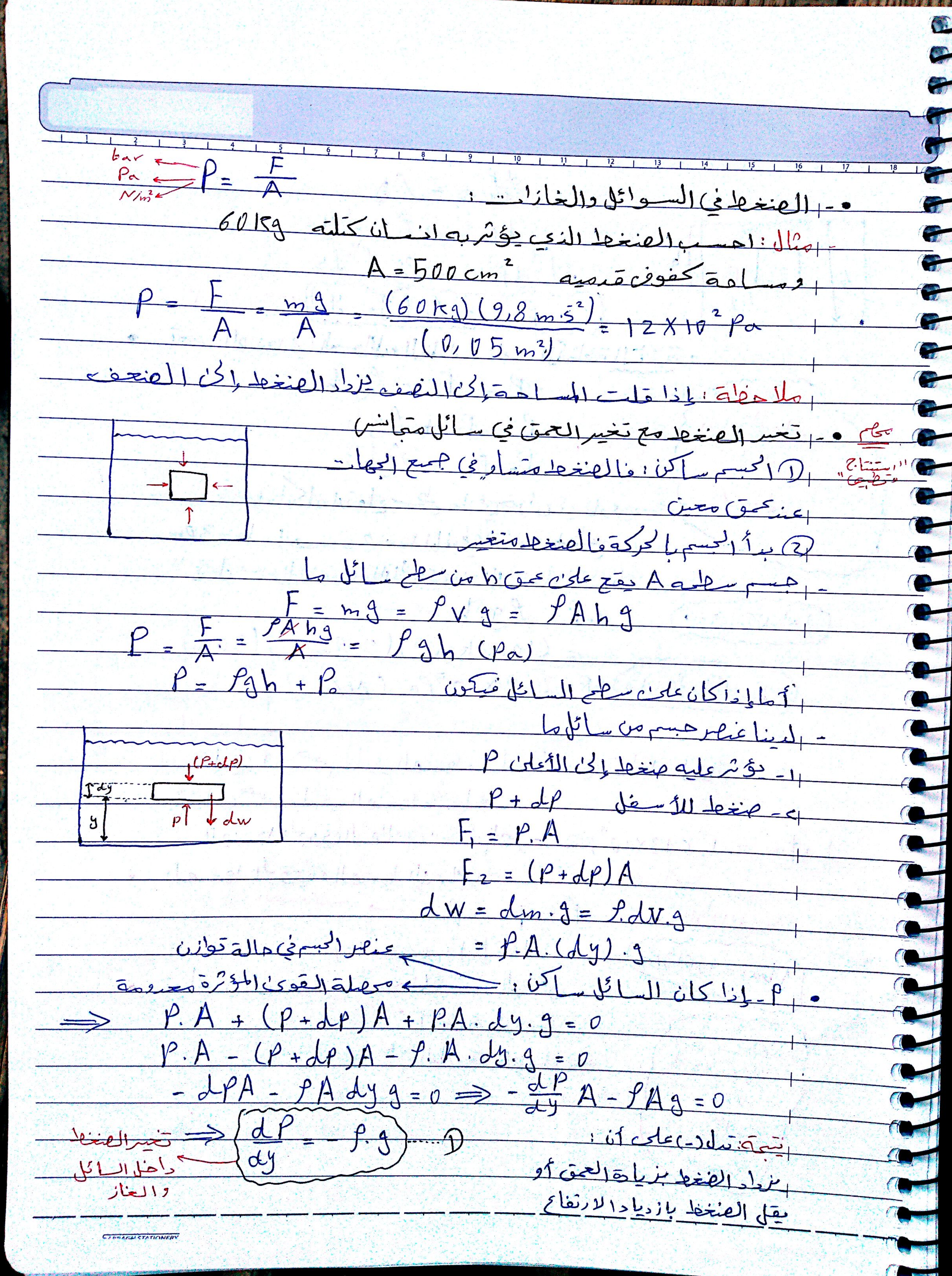
$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}(3,14)(0,5)^3 = 0,523\ m^3$$

$$\Rightarrow m = 11300 \times 0,523 = 5910\ kg$$

• الكثافة النسبية:

كثافة المادة بالنسبة للماء (عديمة الأبعاد)

كثافة الماء بالدرجة $4°c = 1\ kg\ m^{-3} = 10^3\ gr\ cm^{-3}$



bar, Pa, N/m^2 ← $P = \frac{F}{A}$

•- الضغط في السوائل والغازات :

- مثال: احسب الضغط الذي يؤثر به انسان كتلته 60 kg
ومساحة كفوف قدميه $A = 500\,cm^2$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{(60\,kg)(9{,}8\,m.s^{-2})}{(0{,}05\,m^2)} = 12\times10^{2}\,Pa$$

ملاحظة: إذا قلت المساحة إلى النصف يزداد الضغط إلى الضعف

مهم •- تغير الضغط مع تغير العمق في سائل متجانس

"استنتاج مطلوب"

(1) الجسم ساكن: فالضغط متساوي في جميع الجهات عند عمق معين

(2) بدأ الجسم بالحركة فالضغط متغير

- جسم سطحه A يقع على عمق h من سطح سائل ما

$$F = mg = \rho V g = \rho A h g$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{\rho A h g}{A} = \rho g h\ (Pa)$$

أما إذا كان على سطح السائل فيكون $P = \rho g h + P_0$

- لدينا عنصر جسم من سائل ما

1- يؤثر عليه ضغط إلى الأعلى P

2- ضغط للأسفل $P + dP$

$$F_1 = P.A$$

$$F_2 = (P+dP)A$$

$$dw = dm.g = \rho.dV.g = \rho.A.(dy).g$$

عنصر الجسم في حالة توازن

• P- إذا كان السائل ساكن: ← محصلة القوى المؤثرة معدومة

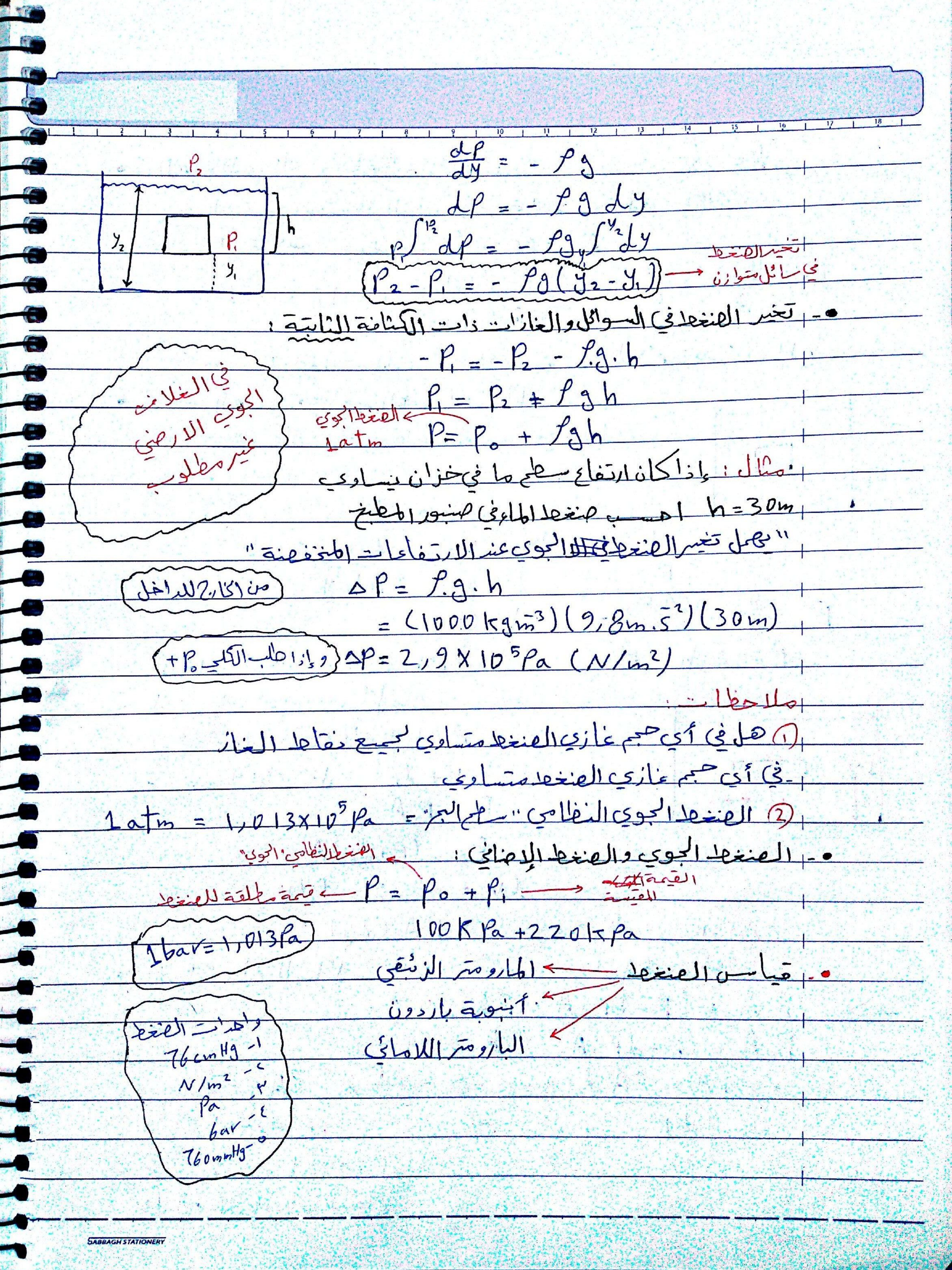
$$\Rightarrow P.A + (P+dP)A + \rho.A.dy.g = 0$$

$$P.A - (P+dP)A - \rho.A.dy.g = 0$$

$$-dPA - \rho A\,dy\,g = 0 \Rightarrow -\frac{dP}{dy}A - \rho A g = 0$$

تغير الضغط داخل السائل والغاز $\Rightarrow \boxed{\frac{dP}{dy} = -\rho.g}$ ...... (1)

نتيجة: تدل (−) على أن:
يزداد الضغط بزيادة العمق أو
يقل الضغط بازدياد الارتفاع



P_2 ، y_2 ، P_1 ، y_1 ، h

$$\frac{dP}{dy} = -\rho g$$

$$dP = -\rho g \, dy$$

$$\int_{P_1}^{P_2} dP = -\rho g \int_{y_1}^{y_2} dy$$

$$P_2 - P_1 = -\rho g (y_2 - y_1)$$ ← تغير الضغط في سائل متوازن

• تغير الضغط في السوائل والغازات ذات الكثافة الثابتة:

$$-P_1 = -P_2 - \rho . g . h$$

$$P_1 = P_2 + \rho g h$$

الضغط الجوي ← 1atm

$$P = P_0 + \rho g h$$

في الغلاف الجوي الارضي غير مطلوب

مثال: إذا كان ارتفاع سطح ما في خزان يساوي $h = 30m$ احسب ضغط الماء في صنبور المطبخ

"يهمل تغير الضغط الجوي عند الارتفاعات المنخفضة"

من الخارج للداخل

$$\Delta P = \rho . g . h$$

$$= (1000\, kg\, m^{-3})(9,8\, m.s^{-2})(30\, m)$$

$$\Delta P = 2,9 \times 10^5 Pa \ (N/m^2)$$

وإذا طلب الكلي $+P_0$

ملاحظات:

(1) هل في أي حجم غازي الضغط متساوي لجميع نقاط الغاز

- في أي حجم غازي الضغط متساوي

(2) الضغط الجوي النظامي "سطح البحر" = $1\, atm = 1,013 \times 10^5 Pa$

• الضغط الجوي والضغط الإضافي:

قيمة مطلقة للضغط ← $P = P_0 + P_i$ → القيمة المقيسة

(P_0 ← الضغط النظامي الجوي)

100 KPa + 220 KPa

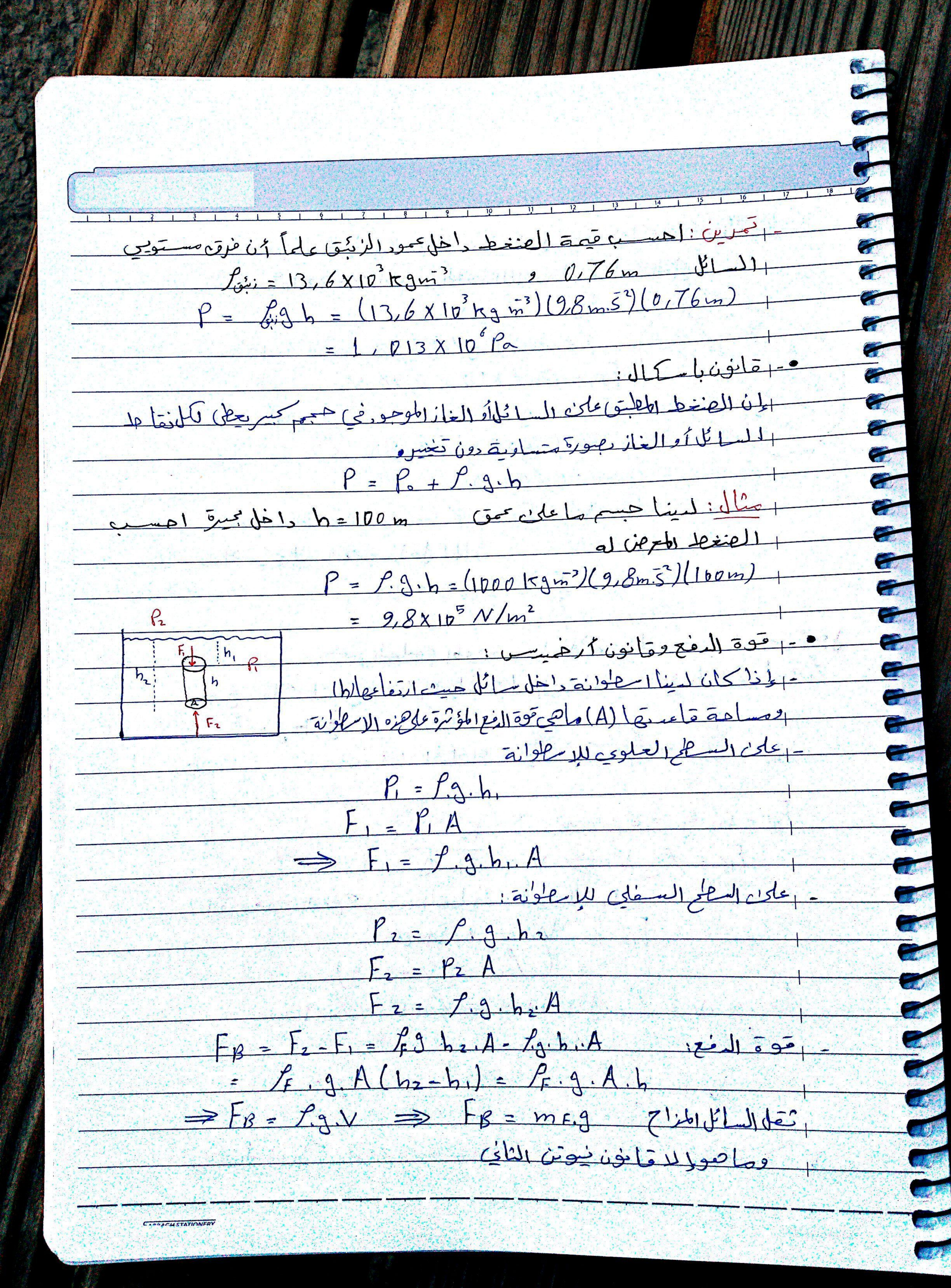
1bar = 1,013Pa

• قياس الضغط ← البارومتر الزئبقي
← أنبوبة باردون
← البارومتر اللامائي

واحدات الضغط

1- 76cmHg
2- N/m^2
3- Pa
4- bar
5- 760mmHg

SABBAGH STATIONERY



- **تمرين:** احسب قيمة الضغط داخل عمود الزئبق علماً أن فرق مستويي السائل $0,76m$ و $\rho_{زئبق} = 13,6\times10^3 \, kg\, m^{-3}$

$$P = \rho_{زئبق}\, g\, h = (13,6\times10^3\, kg\, m^{-3})(9,8\, m\, s^{-2})(0,76\, m)$$
$$= 1,013\times10^6\, Pa$$

- • قانون باسكال:

إن الضغط المطبق على السائل أو الغاز الموجود في حجم كبير يعطى لكل نقاط السائل أو الغاز بصورة متساوية دون تغيير

$$P = P_0 + \rho . g . h$$

مثال: لدينا جسم ما على عمق $h = 100m$ داخل بحيرة احسب الضغط المعرض له

$$P = \rho . g . h = (1000\, kg\, m^{-3})(9,8\, m\, s^{-2})(100\, m)$$
$$= 9,8\times10^5\, N/m^2$$

- • قوة الدفع وقانون أرخميدس:
- إذا كان لدينا اسطوانة داخل سائل حيث ارتفاعها (h) ومساحة قاعدتها (A) ماهي قوة الدفع المؤثرة على هذه الاسطوانة
- على السطح العلوي للإسطوانة

$$P_1 = \rho . g . h_1$$
$$F_1 = P_1 A$$
$$\Rightarrow F_1 = \rho . g . h_1 . A$$

- على السطح السفلي للإسطوانة:

$$P_2 = \rho . g . h_2$$
$$F_2 = P_2 A$$
$$F_2 = \rho . g . h_2 . A$$

- قوة الدفع: $F_B = F_2 - F_1 = \rho_F g\, h_2 . A - \rho_F . g . h_1 . A$
$$= \rho_F . g . A (h_2 - h_1) = \rho_F . g . A . h$$

$\Rightarrow F_B = \rho . g . V \Rightarrow F_B = m_F . g$ ثقل السائل المزاح

وماهو إلا قانون نيوتن الثاني

$$V_{max} = \sqrt{\frac{(19,6\ N/m)}{(0,300\ kg)}} \cdot (0,100\ m)$$

$$V_{max} = 0,808\ m.s^{-1}$$

(4) $$a_{max} = w^2 A = \frac{k}{m} \cdot A$$

$$a_{max} = \frac{(19,6\ N/m)}{(0,300\ kg)} \cdot (0,100\ m) = 6,53\ m.s^{-2}$$

(5) $$T = \frac{2\pi}{w} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} = 6,28 \cdot \sqrt{\frac{(0,300\ kg)}{(19,6\ N/m)}}$$

$$T = 0,7769\ (s)$$

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{0776} = 1,28708\ HZ$$

(6) $$X = -A \cos wt$$

إذا اعتبرنا محور الحركة نحو الأعلى والاستطالة نحو الأسفل

$$= -A \cos(2\pi f t)$$

مع العلم: $w = 2\pi f$

ملاحظة: بما أن التابع الجيبي الجيب والجيب تمام تابعان يتغيران بدور مقداره (2π) فإن: $wT = 2\pi \Rightarrow w = \frac{2\pi}{T}$

$$\Rightarrow w = 2\pi f$$

تبدأ الحركة من نقطة الإزاحة العظمى للأسفل إذا وجهنا المحور X نحو الأعلى

$$X = -0,100 \cos(8,03\ t)$$

بالمقارنة مع معادلة الحركة: $X = A \cos(wt + \varphi)$

نجد أن: $\phi = \pi\ rad = 180°$ "الطور الابتدائي"

(7) نحسب السرعة في أي لحظة زمنية بالشكل الآتي:

$$V = \frac{dX}{dt} = +2\pi f A \sin(2\pi f t)$$

$$= (6,28)(1,287)(0,100) \sin(6,28 \times 1,28 \times t)$$

$$= 0,810 \sin(8,10\ t)$$

$$= 0,810 \sin(1,22)$$

$$= 0,761\ m.s^{-1}$$